

А. А. Баранова, А. Д. Скупов

## ПРИБОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ И НАРКОТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Рассматриваются проблемы по обнаружению паров взрывчатых веществ. Разработана электронная схема. Предложена идея для значительного увеличения чувствительности прибора. Рассматривается применение твердотельного фотоэлектронного умножителя в качестве фоточувствительного элемента.

**Ключевые слова:** *террор, электронная схема фотодетектор, твердотельный ФЭУ.*

Authors consider the problems detection of vapors explosives. Electronic scheme has been created. Authors request the idea of significant increase sensitivity of the device. Application of solid-state photomultiplier as the photosensitive element has been considered.

**Keywords:** *terror, electronic scheme, photodetector, solid-state photomultiplier.*

Терроризм является одной из самых актуальных проблем в современном мире. Террористические акты происходят в местах большого скопления людей, в основном это ж.-д. вокзалы, аэропорты, метро. В данных учреждениях имеются приборы по обнаружению паров взрывчатых веществ (ВВ), но все они являются стационарными. Поэтому в мире создаются приборы, которые являются мобильными, что помогает спецслужбам оперативно обнаруживать ВВ. Примером такого прибора служит канадский «Е-3500», обладающий следующими характеристиками:

- Габариты —  $52 \times 26 \times 39$  см;
- Масса — 3 кг;
- Время подготовки к работе — 60 с;
- Время отбора пробы — 5...30 с.

На кафедре экспериментальной физики совместно с ООО «НПО Уралпроектавтоматика» также ведется разработка прибора, который может регистрировать пары взрывчатых веществ и который будет превосходить по техническим параметрам вышеупомянутый прибор «Е-3500». Принцип действия данного прибора состоит в регистрации тушения люминесценции, т. е. изменение светового потока элемента, который изменяется при взаимодействии с парами взрывчатых веществ [1–3].

В прошлом году разработан стенд для исследования свойств сенсорных элементов, использующий данный принцип регистрации паров ВВ. Были проведены многочисленные исследования и доказано, что данный принцип регистрации является работоспособным, чем и обосновано дальнейшее развитие данной идеи [4].

Основная задача заключалась в проведении исследований с целью повышения чувствительности прибора. Для этого требуется увеличить чувствительность фотоприемника. На начальном этапе разработки в качестве датчика были испытывались фотодиоды различных типов без обратного смещения. Для повышения чувствительности на фотодиоды необходимо подавать напряжение смещения. Оно обычно известно из технической документации на элемент, но на практике иногда требуется подбирать это значение экспериментально.

Были исследованы различные схемы формирователей напряжения, в частности использованы схемы с умножителем напряжения. Ввиду того, что такая схема используется с переменным входным напряжением, был разработан генератор прямоугольных импульсов, которые подавались на умножитель. Собрав несколько каскадов умножения, напряжение питания датчика повысилось с 5 до 16 В. Дальнейшее повышение не имело смысла, т. к. рост чувствительности замедлялся.

Интегрировав схемы с различными схемами питания фотодиода в прибор, были проведены исследования, показывающие, насколько повысилась чувствительность. Проанализировав данные, был сделан вывод, что повышение чувствительности было не более чем в 1,5 раза. Такое повышение не является достаточным для существенного улучшения чувствительности. Следовательно, требовалось заменить фотодиод принципиально новым элементом, который способен самостоятельно усиливать сигнал.

Таким элементом является фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Учитывая, что прибор является мобильным, то использование вакуумных ФЭУ было затруднительно из-за их размеров и высокого (сотни — тысячи вольт) напряжения питания. Но прогресс не стоит на месте, поэтому были использованы новые детекторы — Si ФЭУ.

Кремниевый фотоумножитель представляет собой микропиксельный лавинный фотодиод, работающий в гейгеровском режиме и предназначенный для счета фотонов. Важной характеристикой ФЭУ является то, что он имеет собственный коэффициент усиления фототока порядка  $10^6$ . Как и фотодиоды, ФЭУ требует обратного смещения. Т. к. усиление требует дополнительного потребления, схемы питания, разработанные для фотодиодов, не удовлетворяют по критерию мощности. Поэтому для ФЭУ был разработан блок питания большей мощности с регулируемым выходным напряжением. Для блока питания выбрана микросхема MC34063. Она позволяет инвертировать входное напряжение с последующим увеличением.

Важным критерием было то, что данная схема стабилизирует выходное напряжение. Ее принцип действия позволил создать регулируемое выходное напряжение. Данная регулировка обусловлена тем, что при изменении напряжения смещения меняется чувствительность ФЭУ. Пределы регулирования были выбраны исходя из характеристик, которые представлены в его технической документации. Данный блок питания ФЭУ был собран на макетной плате, проведен монтаж ком-

понентов и тестирование в рабочем режиме. Подана заявка на полезную модель по структурной схеме [5].

На следующем этапе проведена работа по трассировке печатной платы в специализируемом программном пакете для разработки монтажных плат P-CAD. Произведен монтаж платы и проводится ее интеграция в прибор. Следующим этапом будет проведение исследований по количественному повышению чувствительности и измерению характеристик прибора в целом.

### **Литература**

1. Баранова А. А. Исследование сенсорного материала для обнаружения взрывчатых веществ. Материалы конф. ВНКСФ-20. Ижевск, 2014. С. 277–278.
2. Баранова А. А., Хохлов К. О. Исследование оптических свойств материала для обнаружения взрывчатых веществ: тез. докл. // I Международная молодежная научная конференция, посвященная 65-летию основания Физико-технологического института. Екатеринбург, 2014. С. 20.
3. Баранова А. А., Ищенко А. В., Хохлов К. О. и др. Исследование спектрально-люминесцентных свойств материала М1 для обнаружения взрывчатых веществ // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: вуз.-акад. сб. науч. тр. 2014. Вып. 33. С. 25–36.
4. Баранова А. А., Хохлов Г. К., Хохлов К. О. Экспериментальный стенд для исследования свойств сенсоров нитросодержащих взрывчатых веществ // Проблемы спектроскопии и спектрометрии: вуз.-акад. сб. науч. тр. 2014. Вып. 33. С. 37–43.
5. Прибор для мобильного обнаружения взрывчатых и наркотических веществ: заявка 2014146811 Рос. Федерация.